

Welding method using pulsed frequency - with reversed polarity phase to ensure good separation of molten drops from electrode

Publication number: DE4233818

Also published as:

Publication date: 1994-04-14

CZ287455 (B6)

Inventor: MERKLE WILHELM (DE); LECHNER GERHARD (DE);
STUMP GABOR (DE); SCHLANDER JUERGEN (DE)

Applicant: WILHELM MERKLE SCHWEISMASCHINE (DE)

Classification:

- International: B23K9/09; B23K9/09; (IPC1-7): B23K9/09; B23K9/16

- European: B23K9/09B2B

Application number: DE19924233818 19921007

Priority number(s): DE19924233818 19921007

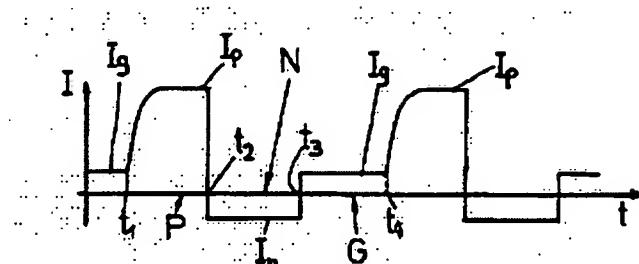
[Report a data error here](#)

Abstract of DE4233818

Welding method in which the DC produced by an electric arc between the electrode and workpiece is subjected to a predetermined pulse frequency from a base level (I_g) to a higher level (I_p). The novelty is that during the time when the current is reduced from its high level to the base level, it is subjected to a reverse polarity (I_n).

USE/ADVANTAGE - Esp. in protection gas welding. The reverse polarity phase ensure premature and good separation of the weld material drops from the electrode. This leads to a relatively low transfer of heat to the weld area.

The method is a simple and cheap improvement of prior art processes.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(71) Anmelder:

Wilhelm Merkle Schweißmaschinenbau GmbH,
89359 Kötz, DE

(74) Vertreter:

Munk, L., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 86150 Augsburg

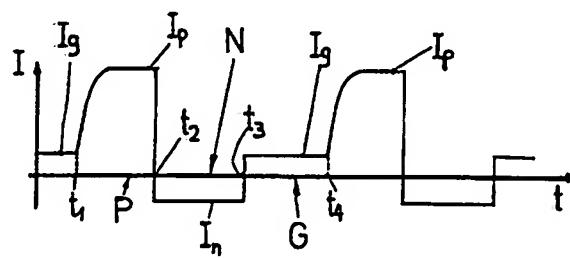
(72) Erfinder:

Merkle, Wilhelm, 8871 Kötz, DE; Lechner, Gerhard,
8873 Ichenhausen, DE; Stump, Gabor, 8873
Ichenhausen, DE; Schländer, Jürgen, 7917
Vöhringen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Schweißverfahren und -vorrichtung

(57) Beim Schweißen mittels eines elektrischen Lichtbogens, der zwischen einer kontinuierlich voranbewegbaren Elektrode und dem Werkstück erzeugt wird und über den ein Gleichstrom fließt, der mit vorgegebener Pulsfrequenz von einer Grundstromstärke auf eine höhere Pulsstromstärke erhöht wird und umgekehrt, lassen sich dadurch eine frühzeitige und dennoch sichere Tropfenablösung und damit eine geringe Aufwärmung erreichen, daß der Strom am Ende der Pulsstromphase kurzzeitig umgepolt wird. Die infolge der Umpolung sich ergebende Änderung der Elektronenflußrichtung führt zu einer zwangswise Tropfenablösung.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Schweißverfahren, insbesondere Schutzgasschweißverfahren, bei dem zwischen einer kontinuierlich voranbewegbaren Elektrode und dem Werkstück ein elektrischer Lichtbogen erzeugt und der über diesen fließende Gleichstrom mit vorgegebener Pulsfrequenz von einer Grundstromstärke auf eine demgegenüber höhere Pulsstromstärke erhöht wird, sowie eine zur Verfahrensdurchführung geeignete Schweißvorrichtung, insbesondere Schutzgasschweißvorrichtung, mit einem Schweißbrenner, der eine von einem mittels einer Vorschubeinrichtung antriebbaren Schweißdraht durchsetzte Kontaktdüse aufweist, und mit einem dieser zugeordneten Leistungsteil zur Erzeugung des mit vorgegebener Pulsfrequenz von der Grundstromstärke auf die Pulsstromstärke ansteigenden Stroms.

Bei Anordnungen, die mit gleicher Schweißstromstärke arbeiten, was früher üblich war, kommt es häufig vor, daß der kontinuierlich voranbewegte Schweißdraht infolge schlechter Tropfenablösung in Kontakt mit dem Werkstück kommt, was zu sogenannten Spritzen führt.

Dem wurde durch das gattungsgemäße pulsed-arc-Schweißen abgeholfen, bei dem der Schweißstrom mit vorgegebener Pulsfrequenz von der niedrigeren Grundstromstärke auf die sehr viel höhere Pulsstromstärke erhöht wird und umgekehrt, wobei sich im Stromverlauf insbesondere beim Abfall des Stroms vergleichsweise steile Flanken ergeben. Dies bewirkt eine Tropfenablösung noch bevor der Schweißdraht in Kurzschluß mit dem Werkstück gelangen kann, womit Spritzer vermieden werden. Nachteilig hierbei ist allerdings, daß infolge der hohen Pulsstromstärke vergleichsweise viel Energie übertragen wird. Die Folge davon sind hohe Lichtbogen- und Schweißbadtemperaturen, was insbesondere bei geringer Dicke des Werkstücks, wie bei dünnen Blechen, und/oder bei Materialien mit niedrigen Schmelztemperaturen, wie Aluminium, zu einem unerwünschten Abschmelzen des Werkstücks und dementsprechend zur Entstehung von Löchern führt. Aus diesem Grunde konnten in den genannten Fällen bisher nur von Hand zugeführte Elektroden Verwendung finden, was allerdings einen hohen Arbeitsaufwand bedeutet.

Hiervon ausgehend ist es daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das gattungsgemäße Verfahren und die gattungsgemäße Vorrichtung mit einfachen und kostengünstigen Mitteln so zu verbessern, daß unter Beibehaltung der grundsätzlichen Vorteile des pulsed-arc-Schweißens die auf das Schweißgut übertragene Wärme vergleichsweise gering ist.

Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß der Strom zwischen der Zeitspanne, in welcher er Pulsstromstärke aufweist, und der nachfolgenden Zeitspanne, in welcher er Grundstromstärke aufweist, umgepolt ist.

Dies wird vorrichtungsmäßig einfach dadurch bewerkstelligt, daß das Leistungsteil einen zwischen jeder Pulsstromspanne und der darauffolgenden Grundstromspanne aktivierbaren Wechselrichter aufweist.

Durch die Umpolung des Stroms ergibt sich eine Umkehr der Elektronenflußrichtung, was zu einem zwangswise Abreißen eines an der Elektrode vorhandenen Tropfens führt. Da ein derartiger Tropfen abgerissen, d. h. mit Gewalt abgelöst wird, ist in vorteilhafter Weise eine frühzeitige Tropfenablösung, also eine Tropfenablösung nach der Übertragung von erst vergleichsweise wenig Wärme, möglich. Die Pulsstromspanne kann hier

daher in vorteilhafter Weise verkürzt werden. Dennoch erfolgt eine zuverlässige Tropfenablösung, bevor die Elektrode in Kurzschluß mit dem Werkstück kommt. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen stellen daher sicher, daß auch beim Schweißen dünner Bleche bzw. von Materialien mit geringem Schmelzpunkt mit kontinuierlich voranbewegter Elektrode gearbeitet werden kann und dabei sowohl Spritzer als auch ein Wegbrennen bzw. Wegschmelzen von Material verhindert wird.

10 Vorteilhafte Weiterbildungen und zweckmäßige Ausgestaltungen der übergeordneten Maßnahmen sind in den Unteransprüchen angegeben. So kann es zur Stabilisierung des Lichtbogens vorteilhaft sein, an den Null-Durchgängen des Stroms Spannungsspitzen zu erzeugen. Diese Spannungsspitzen ergeben eine starke Ionisierung des Gases, im Falle von Schutzgasschweißen des Schutzgases, wodurch die Leitfähigkeit erhalten bleibt und eine im Bereich des Schweißbads sich bildende Oxydschicht aufgerissen wird, was zur Folge hat, daß der Lichtbogen trotz des Null-Durchgangs des Stroms erhalten bleibt.

15 Zur Erzeugung der genannten Spannungsspitzen kann das Leistungsteil einfach einen mit der An- bzw. Absteuerung des Wechselrichters aktivierbaren, entsprechend der Umpolung des Stroms umschaltbaren Spannungsspitzenzengenerator aufweisen, wie er auch zum Zünden bereits Verwendung findet.

20 Eine weitere zweckmäßige Maßnahme kann darin bestehen, daß die Stärke des umgepolten Stroms betragsmäßig der Grundstromstärke entspricht. Dies ergibt einerseits ausreichende Abreißkräfte und ermöglicht andererseits eine einfache Bauweise, da eine Umpolung des Stroms genügt.

25 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Fortbildungen der übergeordneten Maßnahmen sind in den restlichen Unteransprüchen angegeben und aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels entnehmbar.

30 In der nachstehend beschriebenen Zeichnung zeigen:

35 Fig. 1 ein Blockschaltbild des Leistungsteils einer erfindungsgemäßen Schweißvorrichtung,

Fig. 2 ein Strom-Zeitdiagramm der Vorrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Spannungs-Zeitdiagramm der Vorrichtung gemäß Fig. 1 und

Fig. 4 eine weitere Einzelheit der erfindungsgemäßen Schweißvorrichtung teilweise im Schnitt.

40 Das der Fig. 1 zugrundeliegende Leistungsteil einer erfindungsgemäßen Schweißvorrichtung enthält einen 50 einem Wechselstromeingang 1 nachgeordneten Transformator 2, der die Wechselstromspannung von 380 Volt auf 55 Volt herabsetzt. Dem Transformator 2 ist ein Gleichrichter 3 nachgeordnet, der den Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt. Zur Glättung ist eine dem Gleichrichter 3 nachgeordnete Kondensatoranordnung 4 vorgesehen.

45 Dieser ist ein durch eine Kaskade gebildeter Stromregler 5 nachgeschaltet, durch den die Stromstärke erhöht und erniedrigt werden kann. Auf den Stromregler 5 folgt ein Wechselrichter 6, durch den der Strom mit vorgegebener Frequenz umgepolt werden kann. Zur diesbezüglichen Glättung ist eine dem Wechselrichter 6 nachgeordnete Drosselanordnung 7 vorgesehen. Vor dem Ausgang des Leistungsteils ist in den Strompfad 55 noch ein Spannungsspitzenzengenerator 8 eingeschaltet, durch den Spannungsspitzen erzeugbar sind.

Der Stromregler 5, der Wechselrichter 6 und der Spannungsspitzenzengenerator 8 sind mittels einer Steuer-

einrichtung 9 so steuerbar, daß sich der den Fig. 2 und 3 zugrundeliegende Strom- bzw. Spannungsverlauf ergeben. Die Stromstärke, deren Verlauf über der Zeit der Fig. 2 zugrundeliegt, wird bei t_1 mittels des Stromreglers 5 ausgehend von einer Grundstromstärke I_g von etwa 20 A über eine bestimmte Zeitspanne auf eine Pulsstromstärke I_p von etwa 250 A erhöht und danach bei t_2 plötzlich wieder abgesenkt, so daß sich eine steile Flanke des Stromverlaufs ergibt. Die Absenkung der Stromstärke erfolgt auf Grundstromstärke. Gleichzeitig mit der Absenkung erfolgt aber eine durch den Wechselrichter 6 bewerkstelligbare Umpolung des Stroms, so daß sich ein Null-Durchgang des Stromverlaufs ergibt, wie bei t_2 erkennbar ist. Nach einer vorgegebenen Zeitspanne erfolgt bei t_3 eine Rückpolung, so daß sich ein weiterer Null-Durchgang ergibt. Die nun wieder vorliegende, positive Grundstromstärke I_g wird wiederum eine bestimmte Zeitspanne aufrechterhalten, bis bei t_4 der Vorgang mit der Erhöhung auf die Pulsstromstärke I_p von Neuem beginnt.

Zwischen t_2 und t_3 liegt die negative Grundstromstärke vor, wie durch I_n angedeutet ist. Die zwischen t_2 und t_3 liegende Zeitspanne, in welcher die Stromstärke die negative Grundstromstärke I_n aufweist, wird mit Negativ-Phase N bezeichnet. Diese liegt zwischen der Pulsphase P, in welcher die Stromstärke die Pulsstromstärke I_p aufweist, und der Grundstromphase G, in welcher die Stromstärke die positive Grundstromstärke I_g aufweist. Die Negativ-Phase N und die Grundstromphase G können etwa gleich lang sein. Im dargestellten Beispiel liegt gleiche Dauer vor. Die Pulsstromphase P ist demgegenüber um etwa 25% bis 30% verkürzt. Die Pulsfrequenz, mit der sich der Verlauf der Stromstärke wiederholt, ist abhängig von der Elektrodenstärke. Bei Schweißen mit einer 1-mm-Elektrode beträgt diese Frequenz etwa 200 Hertz, wobei sich eine Pulsstromphase P von 1,3 bis 1,5, hier 1,4 Mikrosekunden sowie eine Negativphase und Grundstromphase von 1,75 bis 1,85, hier 1,8 Mikrosekunden ergeben.

Der Strom fließt über einen in Fig. 1 durch eine unterbrochene Linie angedeuteten Lichtbogen zwischen der Schweißelektrode und dem Werkstück. Die Elektrode 10 wird dabei, wie in Fig. 4 angedeutet ist, mittels eines Schweißbrenners 11 geführt, der eine mit dem der Fig. 1 zugrundeliegenden Leistungsteil elektrisch verbundene Kontaktdüse 12 enthält, durch welche die durch einen Draht gebildete Elektrode 10 hindurchgeführt ist. Im dargestellten Beispiel handelt es sich um einen Schutzgas-Schweißbrenner, der mit einer die Kontaktdüse 12 umgebenden Gasdüse 13 versehen ist, die an eine nicht näher dargestellte Schutzgasquelle angeschlossen ist und das ausströmende Schutzgas der Schweißstelle zuleitet. Die durch einen Schweißdraht gebildete Elektrode 10, die an ihrem vorderen Ende tropfenförmig abschmilzt, wie bei 14 angedeutet ist, wird mittels einer Vorschubeinrichtung 15 kontinuierlich nachgeführt. Hierzu wird der die Elektrode 10 bildende Schweißdraht in der Regel von einer Trommel abgewickelt, die mittels eines Getriebemotors kontinuierlich antreibbar ist.

Durch den abrupten Abfall der Stromstärke am Ende der Pulsstromphase P und die dabei erfolgende Umpolung des Stroms erfolgt ein zwangswisees Abreißen des am vorderen Elektrodenende vorhandenen, durch den Lichtbogen geschmolzenen Tropfens 14. Die an die Hochstromphase in Form der Pulsstromphase P sich anschließende, längere Niederstromphase in Form der Negativ-Phase N und der Grundstromphase G ermögli-

chen nach Ablösung des Tropfens 14 einen entsprechenden Nachschub der Elektrode 10. Da die Umpolung am Ende der Pulsstromphase P auch bei vergleichsweise kurzer Pulsstromphase P eine zuverlässige Tropfenablösung ergibt, kann diese frühzeitig genug erfolgen, um eine Überhitzung des Tropfens 14 und dementsprechend des im Bereich einer herzstellenden Schweißnaht 16 sich ergebenden Schweißbads zu verhindern. Die wirksam werdenden Wärmemengen können dabei so gering gehalten werden, daß auch dünne, durch die Schweißnaht 16 zu verbindende Aluminiumbleche 17 etc. im Bereich der einander zugewandten Kanten nicht wegschmelzen. Dennoch werden durch die zuverlässige Tropfenablösung Spritzer vermieden.

Um an den Null-Durchgängen des Stromverlaufs ein Abreißen des in Fig. 4 bei 18 angedeuteten Lichtbogens zu verhindern, wird an den Null-Durchgängen, also bei t_2 und t_3 , jeweils eine Spannungsspitze 19 bzw. 20 erzeugt, wie aus Fig. 3 erkennbar ist. Hierzu wird der Spannungsspitzengenerator 8 mittels der Steuereinrichtung 9 entsprechend angesteuert. Die am Anfang der Negativ-Phase N erzeugte Spannungsspitze 19 ergibt sich durch einen negativen Spannungsausschlag, die am Ende der Negativ-Phase N erzeugte Spannungsspitze 20 durch einen positiven Spannungsausschlag, entsprechend der jeweils erfolgenden Umpolung des Stroms. Der Spannungsspitzengenerator 8 wird dementsprechend ebenfalls von Negativ auf Positiv umgeschaltet, was ebenfalls durch die Steuereinrichtung 9 bewerkstelligt wird. Die Spannungsspitzen 19 bzw. 20 bewerkstelligen eine starke Ionisierung des den Lichtbogen 18 zum Werkstück hin treibenden Schutzgases, womit eine dorthin Oxydschicht aufgerissen wird und die Leitfähigkeit erhalten bleibt, was sich positiv auf den Erhalt und die Stabilität des Lichtbogens 18 auswirkt. Hierdurch werden eine hohe Bedienungsfreundlichkeit und Qualität sichergestellt. Die Spannungsspitzen 19 bzw. 20 können betragsmäßig in der Größenordnung der Zündspannung von etwa 300 V liegen. Als Spannungsspitzengenerator 8 kann daher einfach ein Zündgerät Verwendung finden.

Patentansprüche

1. Schweißverfahren, insbesondere Schutzgasschweißverfahren, bei dem zwischen einer kontinuierlich voranbewegbaren Elektrode (10) und dem Werkstück (17) ein elektrischer Lichtbogen (18) erzeugt und der über diesen fließende Gleichstrom mit vorgegebener Pulsfrequenz von einer Grundstromstärke (I_g) auf eine demgegenüber höhere Pulsstromstärke (I_p) erhöht wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom zwischen der Zeitspanne, in welcher er Pulsstromstärke (I_p) aufweist, und der nachfolgenden Zeitspanne, in welcher er Grundstromstärke (I_g) aufweist, umgepolt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den Null-Durchgängen des Stroms Spannungsspitzen (19, 20) erzeugt werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke des umgepolten Stroms betragsmäßig der Grundstromstärke (I_g) entspricht.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückpolung des Stroms etwa in der Mitte zwischen Umpolung und nachfolgendem Anstieg auf Pulsstromstärke (I_p) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanne, in welcher Impulsstromstärke (I_p) vorliegt, kürzer als die Spanne, in der jeweils positive oder negative Grundstromstärke vorliegt, ist.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanne, in welcher Impulsstromstärke (I_p) vorliegt, um 25 bis 30% kürzer als die Spanne, in welcher jeweils positive bzw. negative Grundstromstärke vorliegen, ist.

10

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsfrequenz, mit welcher die Stromstärke auf die Pulsstromstärke (I_p) erhöht wird, bei einer 1-mm-Elektrode etwa 200 Hz beträgt.

15

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundstromstärke (I_g) weniger als 10% der Pulsstromstärke (I_p) beträgt.

9. Schweißvorrichtung, insbesondere Schutzgasschweißvorrichtung, mit einem Schweißbrenner (11), der eine von einem mittels einer Vorschubeinrichtung (15) antreibbaren Schweißdraht durchsetzte Kontaktdüse (12) aufweist, und mit einem der Kontaktdüse (12) zugeordneten Leistungsteil 25 zur Erzeugung eines mit vorgegebener Pulsfrequenz von einer Grundstromstärke auf eine dem gegenüber höhere Pulsstromstärke ansteigenden Stroms, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsteil einen zwischen jeder Pulsstromphase und der darauffolgenden Grundstromphase aktivierbaren Wechselrichter (6) aufweist.

30

10. Schweißvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsteil einen mit der An- bzw. Absteuerung des Wechselrichters (6) aktivierbaren, entsprechend der Umpolung des Stroms umschaltbaren Spannungsspitzengenerator (8) aufweist.

40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

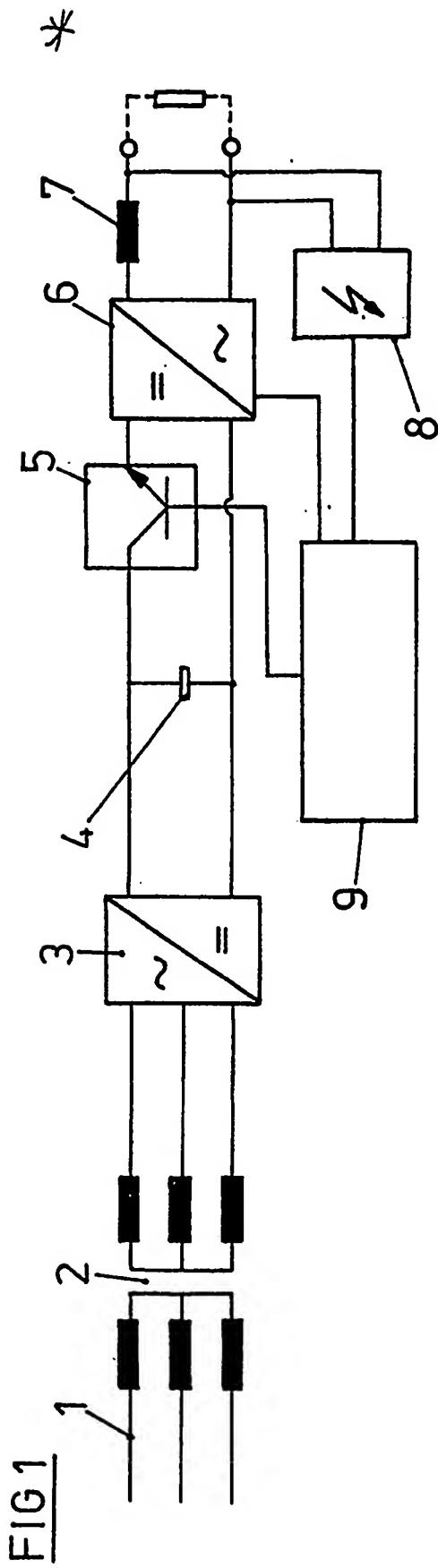
50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 4